

# VISUALISASI GRAFIK TIGA DIMENSI (3D) UNTUK INFORMASI PADA SIMULASI ALIRAN AIR BERDASARKAN PERHITUNGAN METODE *SMOOTHED PARTICLE HYDRODYNAMICS* (SPH)

Iza Zayynul Ahyar<sup>1</sup>  
Adang Suhendra<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Gunadarma,

<sup>1</sup>[izazayynulahyar@gmail.com](mailto:izazayynulahyar@gmail.com)

<sup>2</sup>[adang@staff.gunadarma.ac.id](mailto:adang@staff.gunadarma.ac.id)

## Abstrak

Simulasi digunakan untuk memecahkan atau menguraikan persoalan-persoalan dalam kehidupan nyata yang penuh dengan ketidakpastian menggunakan model tertentu untuk mendapatkan solusi. Sistem informasi geografis bisa membantu perencana untuk menghitung waktu tanggap darurat saat terjadi bencana alam secara cepat. Bencana alam dimodelkan dengan mengetahui parameter yang mempengaruhi fenomena alam seperti banjir, bahkan terjadi cukup merata di beberapa daerah. Salah satu metode numerik digunakan dalam bidang dinamika fluida adalah *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH). Data hasil dari simulasi yang diperoleh berupa parameter-parameter yang dapat direpresentasikan pada visualisasi. Perangkat lunak pengolah grafik tiga dimensi (3D) yang dibutuhkan untuk membangun visualisasi adalah VGA (Video Graphics Accelerator) yang berfungsi untuk menerjemahkan data ke dalam output layar monitor. Visualisasi grafik tiga dimensi (3D) dibuat untuk informasi pada simulasi aliran air berdasarkan perhitungan metode SPH dengan membangkitkan dari data simulasi secara real time. Hasil dari perhitungan simulasi dinamika fluida dengan curah hujan 0.0130 m/jam pada tanggal 16-07-2016, kecepatan 28487.17 m/jam dan volume setelah aliran air selama 6 jam sehingga akan menghasilkan 1940000 m<sup>3</sup>. Jumlah volume direpresentasikan pada partikel menjadi 50000 partikel, satu partikel akan menyimpan sebesar 38.8 m<sup>3</sup> menghasilkan waktu tanggap sampai terjadinya banjir yaitu 3.36 jam.

Kata kunci: Visualisasi, Grafik Tiga Dimensi (3D), Informasi, Simulasi, Aliran Air, *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH)

## THREE DIMENSION (3D) GRAPHIC VISUALIZATION FOR WATER FLOW SIMULATION INFORMATION BASED ON *SMOOTHED PARTICLE HYDRODYNAMICS* (SPH) CALCULATION METHOD

## Abstract

Simulation is use for solving real life issues that full of uncertainties, by using a specific model it can help us to gain a solution. Geographic Information System helps is able to calculate the time for emergency response quickly when natural disasters happens. By knowing the parameters that influenced the natural disasters, natural disasters such as flood is being modulate. One of numeric method in fluid dynamics is *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH). The result from this simulation is parameters that can be presents visually. Graphic processor software for three dimensions (3D) visualization is VGA (Video Graphic Accelerator), it enable the data to be an output into the monitor screen. The three

*dimensions (3D) graphic visualization made for informing the water flow simulation is base on the calculation using SPH method, by generating simulation data in real time. The result of fluid dynamics simulations calculation for 0.0130 m/h rainfall on 16-07-2016, speed 28487.17 m/h and volume after 6 hours water flow, it will produce 1.94 million m<sup>3</sup>. The volume quantity when it presented as particles, becomes 50000 particles, each particle consist 38.8 m<sup>3</sup>, providing response time 3.36 hours before the flood happens.*

*Keywords: Visualization, Three Dimensional Graphics (3D), Information, Simulation, Water Flow, Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH)*

## PENDAHULUAN

Teknologi yang terus berkembang dengan cepat mempengaruhi beberapa permasalahan di sekitar menjadi terkomputerisasi dengan tujuan lebih efektif. Simulasi yang memanfaatkan teknologi sebagai suatu sistem yang digunakan untuk memecahkan atau menguraikan persoalan-persoalan dalam kehidupan nyata yang penuh dengan ketidakpastian menggunakan model tertentu untuk mendapatkan solusi.

Sistem informasi geografis bisa membantu perencana untuk secara cepat menghitung waktu tanggap darurat saat terjadi bencana alam dimodelkan dengan mengetahui parameter yang mempengaruhi fenomena tersebut. Salah satu fenomena alam yang paling berpotensi terjadi di Indonesia adalah banjir, bahkan terjadi cukup merata di beberapa daerah [1]. Sistem informasi geografis tentang fenomena alam memanfaatkan perkembangan teknologi dengan simulasi sebagai pemecahan masalah. Terjadinya banjir karena sumber-sumber air tidak dapat lagi menampung banyaknya air sehingga air meluap melewati batas-batas sumber air. Air merupakan zat fluida karena memiliki sifat tidak menolak terhadap perubahan bentuk dan kemampuan untuk mengalir [2]. Salah satu metode numerik digunakan dalam bidang dinamika fluida adalah

*Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH) [3].*

Data hasil dari simulasi yang diperoleh berupa parameter-parameter dapat direpresentasikan pada visualisasi. Visualisasi tiga dimensi (3D) merupakan tampilan visual lebih realistis dan dapat diberikan cerita sesuai dengan tiruan benda nyata berupa animasi yang menceritakan proses kerja [4]. Perangkat lunak pengolah grafik tiga dimensi (3D) yang dibutuhkan untuk membangun visualisasi adalah *video accelerator* atau sering disebut dengan VGA (*Video Graphics Accelerator*) yang berfungsi untuk menerjemahkan data ke dalam output layar monitor.

Salah satu *tools* aplikasi yang banyak di gunakan untuk menampilkan hasil visualisasi bergerak pada kategori *Low-Level* grafik 3D yaitu OpenGL yang akan mengerjakan proses data menjadi visual secara *real time* dengan melakukan *rendering* data objek-objek dua dimensi dan tiga dimensi berupa susunan *vertex* atau *pixel* ke dalam *frame buffer* [5]. OpenGL juga merupakan *Application Programming Interface* (API) yaitu sekumpulan perintah, fungsi, serta protokol yang dapat digunakan oleh *programmer* saat membangun perangkat lunak, memungkinkan *programmer* untuk menggunakan fungsi standar agar dapat berinteraksi dengan sistem operasi [6]. Metoda *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH) dapat

diimplementasikan untuk simulasi aliran lava [7].

Berdasarkan literatur diatas maka pada skripsi ini dibuat visualisasi grafik tiga dimensi (3D) pada simulasi aliran air berdasarkan perhitungan Metode *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH). Penelitian ini telah mendapatkan perhitungan numerik dari penelitian sebelumnya terkait nilai debit menggunakan algoritma *Smoothed Particle Hydrodynamics*. Pada penelitian ini dilakukan pembangkitan hasil perhitungan simulasi menjadi visualisasi grafik tiga dimensi (3D) aliran air secara *real time*.

## METODE PENELITIAN

Ada beberapa tahapan penelitian yang dilalui dalam pembuatan visualisasi ini. Tahapan yang pertama yaitu memahami dasar teori dengan membaca buku, jurnal terkait yang dapat menjadi acuan dasar dalam membangun visualisasi tiga dimensi (3D) pada simulasi aliran air. Tahap kedua adalah tahap menspesifikasikan kebutuhan visualisasi grafik tiga dimensi (3D) pada simulasi aliran air yaitu kebutuhan data yang dibutuhkan untuk meng-generate data simulasi menjadi visualisasi tiga dimensi (3D). Tahap selanjutnya adalah tahap ketiga yaitu perancangan, dimulai dengan perancangan visualisasi pada proses pengolahan data serta hubungan antar peralatan, perancangan *enviromtent mapping* untuk merefleksikan lingkungan, perancangan model *terrain* tiga dimensi (3D) yang terhubung dengan visualisasi aliran air dan perancangan visualisai grafik tiga dimensi (3D) pada simulasi aliran air berdasarkan perhitungan metode *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH). Tahapan keempat adalah tahapan dalam proses pembuatan dari

tahapan sebelumnya tahapan perancangan. Tahap terakhir adalah implementasi dan pengujian visualisasi tiga dimensi (3D) dengan melakukan uji coba apakah visualisasi sudah sesuai dengan tujuan yang diharapkan atau tidak.

## Tahap Analisis

Bagian ini merupakan identifikasi masalah yaitu cara meng-generate hasil dari perhitungan simulasi sehingga menghasilkan grafik tiga dimensi (3D). Tahap analisis dalam penelitian ini adalah analisis kebutuhan data.

Visualisasi grafik tiga dimensi (3D) pada simulasi aliran air berdasarkan perhitungan Metode *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH). Pada visualisasi dibuatlah *environment mapping* agar dapat merefleksikan lingkungan sekitar dan model *terrain* tiga dimensi (3D) yang terhubung dengan aliran air. Data yang dibutuhkan pada visualisasi ini adalah data berupa kecepatan alir air, debit dan ketinggian *terrain*.

## Tahap Perancangan

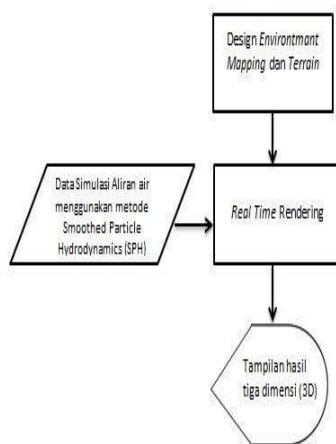
Tahap perancangan merupakan tahapan sebelum visualisasi grafik tiga dimensi (3D) pada simulasi aliran air dibuat. Bagian pertama adalah perancangan visualisasi grafik tiga dimensi (3D) pada proses pengolahan data serta hubungan antar peralatan yaitu menceritakan visualisasi interaksi dengan data hasil dari simulasi. Bagian kedua membangun *Environment mapping* untuk merefleksikan lingkungan sekitar pada visualisasi tiga dimensi (3D) pada visualisasi aliran air. Bagian ketiga adalah perancangan model *terrain* tiga dimensi (3D) yang terhubung dengan visualisasi aliran air. Bagian terakhir adalah perancangan membuat visualisasi grafik tiga di-



mensi (3D) untuk informasi pada simulasi aliran air berdasarkan perhitungan metode *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH).

### Perancangan Visualisasi pada Proses Pengolahan Data Serta Hubungan Antar Peralatan

Perancangan Visualisasi grafik tiga dimensi (3D) pada proses pengolahan data serta hubungan antar peralatan dirancang dengan *flowchart* pada bagian *flowchart* sistem. Pada Gambar 1 berikut, ditunjukkan diagram alur untuk perancangan system visualisasi *real time*.



Gambar 1. Sistem visualisasi *real time*.

### Perancangan *Environment Mapping* dengan Teknik *Cube Mapping*

*Environment Mapping* adalah teknik untuk mensimulasikan sebuah objek agar dapat merefleksikan lingkungan sekitarnya [4]. *Cube mapping* metode *environment mapping* merepresentasikan lingkungan sekitarnya dengan cara menempelkan enam buah gambar yang berbeda di keenam sisi objek. Hal ini membuat objek seolah memiliki enam sisi pantul, yaitu depan, belakang, kanan, kiri, atas, dan bawah.

Pada visualisasi grafik tiga dimensi (3D) simulasi aliran air texture untuk *environment mapping* menggunakan *vue sky* dengan menyesuaikan kejadian pada saat terjadi hujan awan akan terlihat gelap.

### Perancangan Model *Terrain* tiga dimensi (3D)

Dalam perancangan model *terrain* tiga dimensi (3D) pada visualisasi penulis menggambar vertex-vertex dengan mengatur kondisi batasan pada setiap partikel, masing-masing partikel mengalami tumbukan yang sempurna dengan sebuah batas dan memantul yang dinamakan dengan kondisi batas refleksi sempurna.

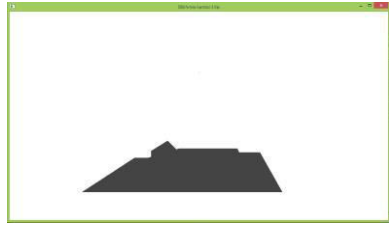
Langkah-langkah untuk model *terrain* tiga dimensi (3D) dengan membuat vertex-vertex mengatur *boundary* pada bagian setiap sisi saling terhubung. Berikut merupakan langkah dalam pembuatan vertex langsung pada lingkungan 3D :

1. Model *terrain* 3D yang menjadi surface pada bagian kanan yang dibuat terlihat adanya permukaan yang berbeda agar fluida dapat terlihat mengalir. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini.

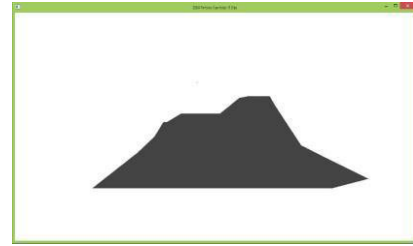


Gambar 2. Model *Terrain* pada Sebelah Kanan

2. Menambahkan vertex pada bagian depan surface. Gambar 3 menunjukkan tampilan *terrain* pada sebelah depan.



Gambar 3. Model Terrain pada Sebelah Depan



Gambar 6. Model Terrain

3. Selanjutnya adalah vertex untuk *terrain* pada bagian belakang yang tidak jauh beda dengan vertex selanjutnya untuk penyesuaian agar bisa terhubung dengan *terrain* sebelah. Pada Gambar 4 ditunjukkan tampilan model *terrain* pada sebelah belakang.



Gambar 4. Model Terrain pada Sebelah Belakang

4. Selanjutnya adalah vertex untuk sebelah kiri. Gambar 5 berikut ini merupakan tampilan untuk vertex *terrain* sebelah kiri.



Gambar 5. Model Terrain pada Sebelah Kiri

5. Setelah semua vertex tergabung maka akan tampak seperti *terrain* tanpa texture. Pada Gambar 6 berikut ditunjukkan tampilan model *terrain* setelah vertex sebelah kanan, sebelah kiri, sebelah depan dan sebelah belakang telah digabungkan.

### Perancangan Visualisasi Grafik Tiga Dimensi (3D) Untuk Informasi pada Simulasi Aliran Air Berdasarkan Perhitungan Metode *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH)

Pada perancangan visualisasi grafik tiga dimensi (3D) simulasi aliran air berdasarkan perhitungan metode *Smoothed Particle hydrodynamics* (SPH), penulis menggabungkan *Environment Mapping* untuk merefleksikan lingkungan sekitar dan model *terrain* tiga dimensi (3D) yang secara langsung terhubung dengan visualisasi.

Data perhitungan metode *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH) yang telah didapat berupa kecepatan alir air, debit dan ketinggian *terrain*. Visualisasi ini akan menampilkan pada saat terjadinya hujan, air menyentuh *terrain* yang berikutnya akan mengalir ke dataran terendah. Ketinggian *terrain* pada visualisasi grafik tiga dimensi (3D) simulasi aliran air bersifat tetap dan tidak dapat dirubah, untuk kecepatan, *time step*, volume, debit dan jumlah partikel didapat dari hasil simulasi yang kemudian di generate sehingga menghasilkan visualisasi grafik tiga dimensi (3D) berdasarkan perhitungan metode *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH). Posisi partikel diatur sehingga visual terlihat seperti air hujan yang selanjutnya air mengalir pada *terrain* yang dibuat.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Environment Mapping* dengan Teknik *Cube Mapping*



Gambar 7. *Environment Mapping*

Pada Gambar 7 ditunjukkan *environment mapping* dengan teknik *cube mapping*.

### Model *Terrain* Tiga Dimensi (3D)

Pada saat program dijalankan penulis menyatakan bahwa model *terrain* 3D berhasil dibuat. Semua posisi titik kordinat *terrain* telah sesuai dengan yang diinginkan berada pada area yang benar karena setiap sisi saling terhubung. Berikut adalah gambar-gambar dari model *terrain* 3D.



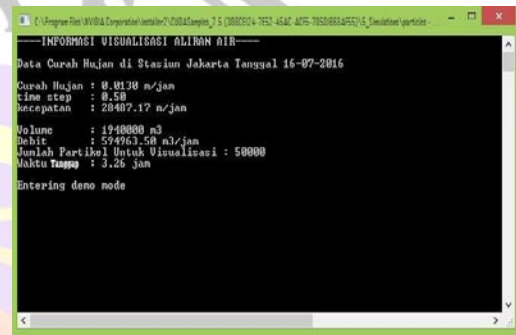
Gambar 8. Model *Terrain* 3D(tampak dari depan)



Gambar 9. Model *Terrain* 3D (tampak dari belakang)

### Visualisasi Grafik Tiga Dimensi (3D) Untuk Informasi pada Simulasi Aliran Air Berdasarkan Perhitungan Metode *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH)

Visualisasi Grafik Tiga Dimensi (3D) Untuk Informasi pada Simulasi Aliran Air Berdasarkan Perhitungan metode *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH) berjalan baik, air bergerak sesuai data kecepatan alir dan jumlah debit yang telah dihitung pada simulasi sebelumnya. Informasi pada data simulasi yang digenerate adalah sebagai berikut



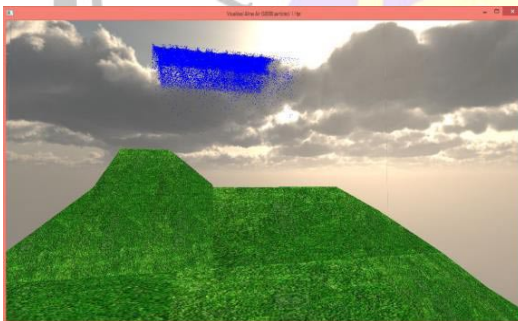
Gambar 10. Informasi Visualisasi Aliran Air

Penjelasan mengenai data simulasi untuk digenerate pada informasi visualisasi bahwa data diperoleh di stasiun Jakarta pada tanggal 16-07-2016 bahwa curah hujan 0.0130 m/jam, *time step* digunakan untuk mendapatkan nilai kecepatan alir pada bidang datar sebesar 0.50. Kekuatan Integrasi ini berupa kecepatan yang didapatkan dari hasil penjumlahan yang melibatkan semua komponen yang dilakukan perhitungan. Hasil ini nantinya akan dipakai dalam menentukan waktu berapa lama yang dibutuhkan air meluap dari sungai yang nantinya akan terjadi banjir. Volume adalah nilai dari air yang ketika setelah berlangsungnya aliran air selama 6 jam sehingga akan menghasilkan  $1940000 \text{ m}^3$ . Debit air berasal dari perhitungan kecepatan yang sudah

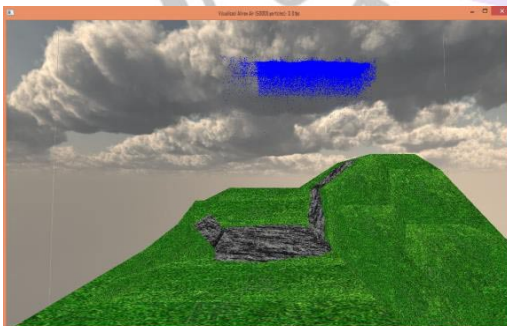


diperoleh dengan luas penampang sungai sebesar 594963.50 m<sup>3</sup>/jam. Perhitungan berikut direpresentasikan pada partikel simulasi dengan nilai jumlah partikel adalah 50000 partikel dengan satu partikel akan menyimpan sebesar 38.8 m<sup>3</sup>. Waktu tanggap adalah waktu keda-tangan sampai terjadinya banjir yaitu 3.36 jam setelah terjadinya hujan. Berikut merupakan gambar hasil uji coba visualisasi grafik tiga dimensi (3D) untuk informasi pada simulasi aliran air berdasarkan perhitungan metode *Smoothed Particle Hydro-dynamics* (SPH).

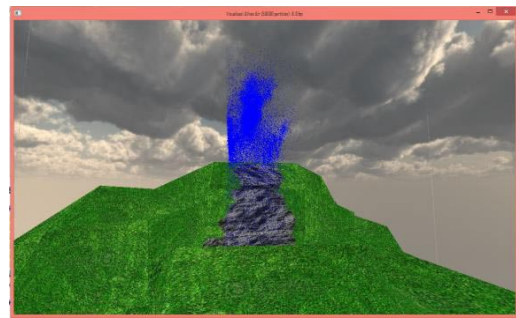
Visualisasi grafik 3D untuk aliran air yang dilihat dari posisi depan ditunjukkan pada Gambar 11 berikut ini. Aliran air berdasarkan visualisasi grafik 3D dilihat dari posisi belakang ditunjukkan pada Gambar 12.



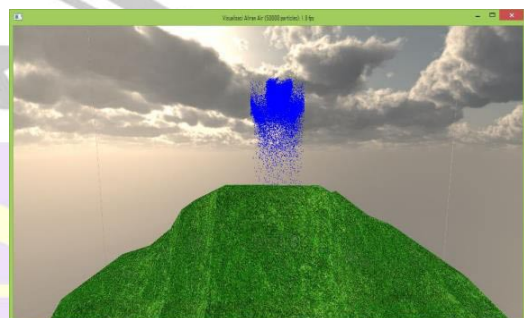
Gambar 11. Visualisasi Grafik Tiga Dimensi (3D) Aliran Air Posisi Depan



Gambar 12. Visualisasi Grafik Tiga Dimensi (3D) Aliran Air Posisi Belakang



Gambar 13. Visualisasi Grafik Tiga Dimensi (3D) Aliran Air Posisi Kanan



Gambar 14. Visualisasi Grafik Tiga Dimensi (3D) Aliran Air Posisi Kiri

Pada Gambar 13 ditunjukkan visualisasi grafik 3D aliran air yang dilihat dari sebelah kanan. Aliran air yang terlihat dari posisi sebelah kiri berdasarkan visualisasi grafik 3D ditunjukkan pada Gambar 14.

## KESIMPULAN

Pada penelitian ini berhasil dibuat visualisasi grafik tiga dimensi (3D) pada simulasi air berdasarkan hasil perhitungan bidang dinamika fluida dengan metode *Smoothed Particle Hydrodynamics* (SPH). *Environment mapping* untuk merefleksikan lingkungan di sekitar visualisasi dan *terrain* terhubung dengan visualisasi grafik tiga dimensi (3D) aliran air. Hasil perhitungan bidang dinamika fluida dengan metode *Smoothed Particle Hydrodynamics*

(SPH) digenerate pada OpenGL secara *real time* dengan cara melakukan *rendering* data objek-objek dua dimensi dan tiga dimensi berupa susunan *vertex* atau *pixel* ke dalam *frame buffer* berhasil dibuat dan berjalan sesuai dengan perancangan. Hasil dari perhitungan simulasi dinamika fluida dengan curah hujan 0.0130 m/jam pada tanggal 16-07-2016, kecepatan 28487.17 m/jam dan volume setelah berlangsungnya aliran air selama 6 jam sehingga akan menghasilkan 1940000 m<sup>3</sup>. Perhitungan berikut direpresentasikan pada partikel simulasi dengan nilai jumlah partikel adalah 50000 partikel dengan satu partikel akan menyimpan sebesar 38.8 m<sup>3</sup> sehingga menghasilkan waktu tanggap sampai terjadinya banjir yaitu 3.36 jam.

Untuk pengembangan visualisasi grafik tiga dimensi (3D) pada simulasi air selanjutnya, *terrain* dibuat secara lebih detail dengan menyesuaikan *geomerty* sehingga terlihat lebih nyata seperti pada kasus *flooding simulation*. Penambahan objek pendukung pada visualisasi seperti objek model pohon tiga dimensi (3D).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] BMKG. 2016. Potensi banjir. <http://www.bmkg.go.id/>.
- [2] Saripudin. A dan A. Suganda, D. Rustiawan. 2009. *Praktis Belajar Fisika 1*. Pusat Perbukuan Departemen Nasional.
- [3] Chladek M. dan Durikovic. 2010. Smoothed particle hydrodynamics in flood simulations. Master's thesis, Comenius University: Bratislava.
- [4] Tohir Ismail. 2012. Visualisasi tiga dimensi (3d) real time menggunakan opengl. Master's thesis, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer. STMIK AMIKOM Yogyakarta 2010.
- [5] Dian Pratiwi. 2015. *Pemrograman Grafika Komputer Berbasis OpenGL*. Nida Dwi Karya Publishing.
- [6] Erma Suryani. 2006. *Pemodelan dan Simulasi*. Graha Ilmu.
- [7] Reza Alfian Firdiansyah. 2016. Algoritma Smoothed Particle Hydrodynamics Aliran Fluida Untuk Menghitung Debit Aliran Pada Simulasi Aliran Fluida. <http://library.gunadarma.ac.id>.